

Indicateurs pour un datacenter efficient ? Mesurer pour améliorer !

Gabrielle Feltin

GRICAD, CNRS, GDS EcoInfo
700 avenue centrale
Domaine Universitaire
38400 Saint Martin d'Hères

Bernard Bouterin

OSUG, CNRS, GDS EcoInfo
Université à Saint-Martin-d'Hères
122 Rue de la Piscine
38400 Saint-Martin-d'Hères

Xavier Canehan

Centre de Calcul de l'IN2P3, CNRS, GDS EcoInfo
21 Avenue Pierre de Coubertin
CS70202
69627 Villeurbanne Cedex

Résumé

Les datacenters et les salles informatiques sont de gros consommateurs d'énergie (électricité et différents fluides). Ces environnements sont complexes et mettent en œuvre plusieurs unités fonctionnelles dont la consommation est liée au niveau de service rendu. Mesurer et améliorer leur efficacité demande une vue globale et des indicateurs variés afin d'évaluer l'impact des actions mises en place.

Une action visant à améliorer un seul aspect de la consommation aura des conséquences sur d'autres postes, parfois négatives. Par exemple l'augmentation de la température du couloir froid peut entraîner une sur-ventilation des serveurs.

L'indicateur le plus connu est certainement le PUE (Power Usage Effectiveness : rapport entre la puissance globale qui entre dans le DC et celle fournie aux équipements informatiques). Cet indicateur ne suffit pas à lui seul.

La présentation décrira les besoins en termes de métriques et d'indicateurs en tâchant d'être le plus exhaustif possible. Nous nous intéresserons à la consommation énergétique globale, celle par poste (onduleurs, climatisation, éclairage), celle des circuits électroniques (serveur, processeur, GPU, réseau, ...), l'efficacité des alimentations, la chaleur récupérée, la consommation d'eau, la quantité d'énergie renouvelable utilisée, l'indice carbone, le taux de charge, le niveau de redondance ... Nous discuterons de leur pertinence à un niveau global.

Nous montrerons comment la combinaison de métriques sous la forme d'indicateurs permet de situer un datacenter par rapport à l'état de l'art et de mesurer les progrès réalisés dans le cadre d'une démarche d'amélioration continue.

Mots-clefs

Datacenter, efficacité énergétique, indicateurs, récupération de chaleur, consommation d'eau, écoresponsabilité, consommation globale, processeurs basse consommation, alimentation 80 plus energy star, référentiel de bonnes pratiques.

1. Pourquoi et comment positionner son datacenter

Les datacenters et les salles informatiques sont de gros consommateurs d'énergie (électricité et différents fluides). Aujourd'hui les coûts électriques d'exploitation des salles informatiques ou des datacenters du domaine Université/Recherche représentent en moyenne près du tiers de la consommation des établissements dont ils dépendent. Il faut compter, en effet, 100 000 € d'électricité par an pour une petite salle informatique d'une dizaine de baies (100kW).

La Commission de Régulation de l'Energie (CRE) de la Commission Européenne estime que le coût de l'électricité va augmenter en France de 50% à l'horizon 2020 pour s'aligner sur les autres tarifs des pays européens.

A ces perspectives budgétaires difficiles, ajoutons les impacts environnementaux de nos datacenters, à maîtriser dans un contexte mondial visant la réduction d'émission de gaz à effet de serre, comme le CO2.

Le degré d'écoresponsabilité d'un Datacenter va dépendre de son adoption des pratiques et des technologies disponibles aujourd'hui. Il devra faire mieux que ses voisins, ou au moins aussi bien, sans qu'il n'existe d'indicateur unique et universel.

Pour se comparer ou se fixer un objectif d'amélioration il faudra disposer d'au moins un indicateur global d'efficacité énergétique. Ces indicateurs permettront d'éviter qu'une action qui vise à améliorer un aspect n'en détériore un autre : augmentation de la température contre sur-ventilation par exemple. Cela permet de positionner son datacenter par rapport aux bonnes pratiques et de mettre en place un plan d'actions pour améliorer son positionnement et suivre son évolution.

2. Quelques Définitions

2.1. Datacenter, Datacentre ou Centre de Traitement de Données

Un datacenter est une infrastructure physique et technique centralisant différents équipements informatiques – serveurs, systèmes de stockage des données, clusters de calcul et équipements réseau – ainsi que les équipements techniques assurant la distribution électrique, le refroidissement des équipements informatiques, la sécurité et la sûreté, dans le but de fournir un service informatique à une disponibilité donnée.

Les datacenters sont très hétérogènes en termes de superficie, du nombre de baies informatiques et de leur capacité d'hébergement, de la puissance par baie, de la puissance totale, de la redondance, de la criticité des applications hébergées, de la puissance, de la sécurité, de la situation géographique...

La famille de normes IEC 30134, distingue plusieurs frontières logiques dans un datacenter. Nous conserverons par simplification :

- L'équipement d'infrastructure : climatisation, traitement d'air, distribution et secours électriques, baies informatiques, sécurité des accès.
- L'équipement informatique et réseau : serveurs, stockage, équipements réseaux, câbles et fibres optiques.
- Les services numériques : applications métiers, puissance de calcul, PRA, PCA, cloud...

2.2. Mesures et métriques

Il est important de pouvoir mesurer la performance environnementale des datacenters, au vu de leurs consommations d'énergie et des impacts environnementaux qu'ils génèrent.

Pour effectuer un bilan global, la prise de mesures doit s'étendre à l'informatique et aux services numériques associés et ne pas s'y cantonner. Le suivi de ces mesures permettra de se situer et de proposer

des actions pour améliorer les performances et enfin constater les impacts des actions mis en œuvre.

Au-delà des mesures reposant sur l'utilisation du parc informatique, on peut déjà considérer les mesures :

- Environnementales :
 - Relevé de température et hygrométrie sur 1 an aux alentours du site (idéalement une mesure par 15 minutes)
 - Relevé de température et hygrométrie dans les salles
- Consommations d'infrastructure :
 - Relevé des consommations d'électricité
 - Des groupes froids, détaillée groupe par groupe, sur une période longue
 - Des climatiseurs et échangeurs
 - Eau glacée :
 - Relevé des débits et indication des points de mesure sur le synoptique du système de production et de circulation d'eau glacée
 - Relevé des températures d'eau glacée mesurées en différents points (identifiés sur synoptique)
- Consommation électrique des équipements informatiques : la mesure doit porter sur au moins 12 mois de façon à pouvoir construire le PUE. Selon le niveau de détail accessible, regrouper les mesures de consommation des serveurs, sinon des racks, au pire au niveau de la distribution électrique secourue.

2. KPI, indicateurs clés de performance

Les KPI (Key Performance Indicator) sont des Indicateurs de Performance prépondérant à un domaine. Ils sont construits à partir d'un ensemble de mesures précises, selon un périmètre et un mode opératoire strictement définis pour chacun d'eux.

Pour viser l'efficacité énergétique dans un datacenter, ces indicateurs clés permettront l'utilisation efficace ou efficiente de ressources, afin d'en minimiser l'usage. L'efficience se définit alors par l'efficacité assortie d'une économie de moyens. Par exemple : refroidir les équipements pour les maintenir dans leur zone de fonctionnement optimal (refroidissement efficace) sans gaspiller de ressources (refroidissement efficient).

L'ensemble de la métrologie disponible permet de calculer des indicateurs de performance variés. De nombreux indicateurs de performance énergétique et environnementale des datacenters sont issus de standards métiers, qui évoluent ou ont déjà évolué en normes.

3. Quel indicateur pour quel besoin ?

Vu le grand nombre de mesures possibles dans le datacenter, lesquels seront à appliquer dans quel contexte ? On trouvera ici une liste des indicateurs selon leur domaine d'application.

3.1. Consommation d'énergie

On parle facilement de consommation d'énergie finale, soit électrique. On peut aussi s'intéresser à la consommation d'énergie primaire ou à la consommation d'autres fluides (le fioul du groupe électrogène par exemple). Généralement, les quantités d'énergie seront exprimées en kWh.

Pour mesurer la consommation du datacenter, on mesurera globalement combien de kWh y sont consommés. Connaître la répartition entre la consommation de l'informatique et de l'infrastructure permettra de mesurer le rendement des différents systèmes. En effet, le courant électrique subit plusieurs

transformations avant d'être délivré à la partie informatique, et les pertes se cumulent : transformateur, tableau général basse tension, onduleur, tableau de distribution haute qualité distribution... De même, les groupes froids verront leur efficacité varier.

Un ensemble primaire de métriques va ainsi se composer des différentes consommations :

- Electrique : compteur au point de livraison ou en sortie d'unités de production, en sortie des tableaux de distribution, en sortie des PDU (unité de distribution de l'alimentation) voire en entrée des équipements informatiques
- Fioul : jauge en entrée du groupe
- Eau glacée : débitmètres et thermomètres placés sur le réseau.

Ces éléments permettront de composer d'autres indicateurs.

3.1.1. PUE, Power Usage Effectiveness, Efficacité dans l'Utilisation de la Puissance

Le PUE est certainement l'indicateur d'efficacité énergétique le plus connu et le plus utilisé.

C'est le rapport entre l'énergie consommée par le datacenter E_{DC} et l'énergie consommée par les systèmes informatiques E_{IT} , mesurées pendant 12 mois consécutifs :

$$PUE = \frac{E_{DC}}{E_{IT}}$$

Développé par le consortium The Green GRID[5], il a été normalisé par l'ISO/IEC en 2016[2]. Selon la proximité entre les points de mesure de la consommation de l'équipement et l'équipement informatique, on parlera de PUE₁, PUE₂ ou PUE₃ : en sortie des onduleurs, en sortie des PDU ou en entrée des équipements informatiques. La norme permet en outre de définir un PUE partiel en établissant clairement le périmètre du sous-système considéré, voire un PUE en phase de design.

Un PUE proche de 1 semble idéal : seul le matériel informatique consommerait de l'énergie.

Il ne prend pas en compte la réutilisation de la chaleur produite. Il ne prend pas en compte l'impact environnemental en termes d'énergie électrique renouvelable ou primaire.

Il ne considère pas non-plus l'environnement du datacenter, son organisation ou le niveau de service qu'il doit rendre.

Ainsi, il ne va pas permettre de comparer son datacenter avec le voisin. En revanche, c'est un formidable outil d'introspection pour mesurer son positionnement et l'effet des actions menées.

3.1.2. DCEM, Data Center Energy Management

Le DCEM est un indicateur global de performance énergétique du datacenter, normalisé par l'ETSI (European Telecommunications Standards Institute) dans ETSI GS OEU 001 V1.2.3 (2013-07).

Il mêle 4 indicateurs d'Objectifs : Consommation d'énergie KPI_{EC} (somme des consommations), Efficacité de traitement KPI_{TE} (rapport de consommation IT/total), Réutilisation d'énergie KPI_{REUSE} (rapport entre les consommations d'énergie renouvelable/totale), Énergie renouvelable KPI_{RENEW} (rapport entre les consommations d'énergie renouvelable/totale).

Deux indicateurs de plus haut niveau permettent ensuite de classer le datacenter : une jauge de consommation DC_G permet de le situer parmi 4 classes selon sa consommation globale annuelle ; un coefficient de performance DC_P mixant les 4 indicateurs d'objectifs permettra de le classer en 9 classes de

performance.

	Construit après 2005		Construit avant 2005	
	Classe 1 DCp		Classe 2 DCp	
Performance	>	<	>	<
A	0,00	0,70		1,00
B	0,70	1,00	1,00	1,40
C	1,00	1,30	1,40	1,70
D	1,30	1,50	1,70	1,90
E	1,50	1,70	1,90	2,10
F	1,70	1,90	2,10	2,30
G	1,90	2,10	2,30	2,50
H	2,10	2,40	2,50	2,70
I	2,40		2,70	

NB : 2005 année d'entrée en vigueur du protocole de Kyoto

Figure 1 - DCp

Par définition, il tient compte de la réutilisation de l'énergie issue du datacenter, des énergies renouvelables, de la consommation globale, du rendement de l'infrastructure...

Il a pour but de permettre des comparaisons entre datacenters, mais son application est plus complexe.

3.1.3. ERE, Energy Reuse Effectiveness et ERF, Energy Reuse Factor

Lorsque le datacenter est équipé pour réutiliser l'énergie issue de la salle machine, la mesure de l'énergie réutilisée E_{REUSE} permet de calculer 2 rapports supplémentaires introduits par The Green Grid.

L'ERE[4], Efficacité dans la Réutilisation de l'Energie, est le ratio entre la différence de la quantité d'énergie consommée par le datacenter moins l'énergie réutilisée, divisée par l'énergie consommée par l'informatique :

$$ERE = \frac{E_{DC} - E_{REUSE}}{E_{IT}}$$

Si le datacenter n'est pas équipé pour récupérer l'énergie dégagée par ses équipements, l'ERE est égal au PUE. Sinon, il lui est inférieur. Il permet par exemple de prendre en compte la chaleur tirée de la salle serveurs qui n'est pas dissipée dans l'environnement, mais réinvestie pour chauffer le bâtiment.

L'ERF est le rapport entre l'énergie réutilisée E_{REUSE} et l'énergie totale consommée par le datacenter E_{DC} . C'est un Indicateur sans unité, sa valeur se trouve entre 0 et 1. La normalisation de cet indicateur est en projet par l'ISO/IEC.

3.3. Indicateurs Environnementaux

ERE et ERF introduisent la réutilisation de l'énergie dans les indicateurs de performance. Cela ouvre le chapitre des considérations plus environnementales, à mesurer avec les indicateurs suivants.

3.3.1. REF, Renewable Energy Factor

Indicateur normalisé par l'ISO/CEI 30134-3, il mesure la quantité d'énergie renouvelable consommée. Il s'agit du rapport entre l'énergie d'origine renouvelable E_{RENEW} consommée par le datacenter, divisée par la consommation totale du datacenter E_{DC} .

$$REF = \frac{E_{RENEW}}{E_{DC}}$$

Toute énergie d'origine renouvelable possédée par le datacenter est considérée, quelle que soit son origine : produite sur site, ou acquise, y compris au travers de Certificats Energie Renouvelable.

3.3.2. CUE, Carbon Usage Effectiveness

Le CUE rapporte la quantité totale de gaz à effet de serre (exprimée en kg de CO₂) résultante de l'activité du datacenter, divisé par la quantité d'énergie utilisé par les équipements informatiques (en kWh).

L'objectif principal de cet indicateur est de prendre en compte l'impact de l'activité du datacenter sur l'environnement afin de choisir les technologies les moins émettrices de CO₂. Pour le calculer, il faut connaître le mix énergétique de son approvisionnement.

3.3.3. WUE, Water Usage Effectiveness

Indicateur issu de The Green Grid, en projet de normalisation par l'ISO/CEI, il rapporte la quantité d'eau consommée divisée par l'énergie consommée par le datacenter.

Il faudra prendre en compte la consommation directe en eau du datacenter, par exemple pour le refroidissement, mais aussi la consommation indirecte due à la génération d'énergie.

3.3.4. Production de déchets

Les quantités de déchets produit par le datacenter sont aussi à prendre en compte.

Au-delà de la gestion de déchets, les taux de valorisation, de ré-emploi ou de recyclage peuvent être calculés.

Pour plus de détails sur les indicateurs, le lecteur pourra consulter le livre blanc sur les indicateurs de performance énergétiques et environnementales[3].

4. Estimer son positionnement

4.1. Comment se placer ?

Pour pouvoir optimiser, il faut pouvoir se repérer par rapport aux datacenters les plus efficaces actuellement. Ce peut-être par rapport aux indicateurs, aux projets nationaux et régionaux ou par rapport à des codes de bonnes conduites.

4.2. Par rapport aux indicateurs d'efficience énergétique

4.2.1. Par rapport au PUE

Wikipédia : En quelques années, la valeur de l'indicateur qui était autour de 2,5 pour un grand nombre de centres descend autour de 1,2 pour les meilleurs en 2010, avec une moyenne de l'industrie autour de 1,7. Google publie le PUE de ses centres de données, dont la valeur est passée de 1,20 en 2009 à 1,12 en 2014.

ENR CERT[9] a publié en novembre 2016 une enquête plaçant le PUE moyen à 1,8 sur 87 datacenters en 2015.

Le refroidissement à air direct permet d'atteindre des PUE de 1,1 comme au laboratoire LPSC.

Le refroidissement direct par eau issue d'une nappe phréatique ou d'une rivière permet d'atteindre des PUE de l'ordre de 1,1. La même valeur est annoncée pour les systèmes à bain d'huile.

Pour des systèmes classiques à base de compresseurs, le PUE sera de l'ordre de 1,5.

La génération de salles des années 80, à faux-plancher ventilé atteindra un PUE largement supérieur à 2.

4.2.2. Par rapport au DCp

L'indicateur de Performance datacenter du DCEM en concentre la plupart dans la plage comprise entre C et G. La classe A et B est très performante. A l'autre extrémité du classement, classes H et I, il y a des actions simples à mener pour améliorer l'efficacité énergétique de votre datacenter.

Il est à noter que ces classes ne sont pas associées à un niveau de disponibilité. Or, plus le degré de disponibilité d'un datacenter est élevé, plus il emploiera d'infrastructure redondante, donc plus mauvais sera son rendement global. Un centre de données hautement disponible (à partir du tier 3, au sens de l'Uptime Institute) ne pourra pas afficher un aussi bon DCp qu'un datacenter moins disponible (tier 2).

4.2.3. La performance des groupes froids

Le coefficient de performance (COP) des groupes froids se situe entre 1,5 et 4 avec une moyenne à 2,5.

Il va dépendre de l'utilisation et de l'environnement des groupes. Cependant, on peut influencer sur le rendement du circuit froid en jouant sur les températures de consigne du régime d'eau glacée (le COP sera amélioré par des plus hautes températures d'échange) ou en modulant l'utilisation des compresseurs.

4.3. Par rapport aux datacenters nationaux et régionaux

Le MENESR s'est doté d'un Agenda Numérique en 2014. Le comité de pilotage Infrastructures et services (INFRANUM) a émis des recommandations concernant la mise en œuvre d'un réseau de datacenters. Les quatre centres de calcul (TGCC, IDRIS, CINES, CC-IN2P3) constituent les infrastructures du futur réseau national de datacenter de l'ESR. Le comité doit labelliser un réseau de 13 datacenters régionaux. Le premier enjeu de cette démarche concerne la réduction de l'empreinte écologique des infrastructures qui permettra de répondre à ses besoins tout en maîtrisant sa facture énergétique et en répondant aux exigences du développement durable. Les projets doivent présenter les perspectives de réduction de l'empreinte écologique et plus particulièrement :

- La maîtrise de la consommation énergétique générée par le datacenter en précisant les technologies de refroidissement (freecooling...) et d'urbanisation (confinement en allées chaudes/ froides...) ainsi que l'indicateur d'efficacité énergétique
- La réutilisation de l'énergie dégagée par le datacenter (chauffage des bureaux, ...)
- La part des énergies renouvelables dans la consommation globale
- La densité des infrastructures (baies remplies à 80%).

Le PUE attendu est inférieur à 1,8 en cas de rénovation de la salle et inférieur à 1,5 en cas de construction d'une nouvelle salle.

4.4. Par rapport aux guides de bonnes pratiques

Les référentiels de bonnes pratiques comme les directives du **Code of Conduct** européen (EuCOC)[7] ou les bonnes pratiques pour l'infrastructure d'un datacenter éco-responsable de GEANT[8] sont aussi des points de référence pour évaluer son datacenter.

Dimensionnement correspondant au service rendu

Chaque datacenter, chaque salle machine, a pour vocation de rendre un niveau de service qui lui est propre. Plus l'infrastructure de soutien est complexe et résiliente, plus ses coûts d'acquisition et d'opération seront élevés.

Il faut adapter son infrastructure au besoin numérique et la faire évoluer, à la hausse comme à la baisse.

Modularité et Multi-tiering

Peu de salles machines ont un taux d'utilisation proche de 100% dès leur mise en production. Or installer l'infrastructure du système terminal dès le départ revient à la condamner à un très mauvais taux de rendement au départ.

Phaser les installations permettra de jouir du meilleur rendement pour chaque pallier d'exploitation.

De même, concevoir l'architecture pour que chaque système dispose du niveau de redondance qui lui est nécessaire mais pas plus, permet de limiter le gaspillage de ressources. Concevoir un système qui fournit plusieurs niveaux de redondance reste cependant complexe.

Rendement des équipements (onduleurs, groupes froids)

Le rendement des équipements techniques est à surveiller. Là encore, le dimensionnement jouera un rôle : vaut-il mieux faire tourner 2 compresseurs sur un groupe froid ou 2 groupes froids avec un compresseur ?

Les pertes dues aux éléments de distribution électrique sont assez faibles. Cependant, transformateurs et onduleurs impliquent des pertes de charge plus importantes : une partie de l'électricité qui les traverse sera transformée en chaleur, de 2% à 6% selon l'équipement. Plus ces équipements sont chargés, meilleur est le rendement.

Urbanisation de la salle : allées chaudes/froides, cloisonnement

Les dimensions de la salle et son urbanisation auront un impact sur la consommation.

Pour minimiser les pertes d'efficacité du système de refroidissement, il faudra chasser les pertes aérauliques : pertes de charge dues à une organisation trop anarchique, ou pertes aérauliques sur un système « troué » ou mal organisé. Le cloisonnement et l'alternance d'allées chaudes et d'allées froides amélioreront l'efficacité du système : plus le delta de température est élevé, meilleur est le rendement du système de traitement.

Températures de soufflage

La température de soufflage en face avant des serveurs, le régime froid ont aussi un rôle important. Une première approche consistera à ne vouloir refroidir que ce qui en a besoin !

Des équipements informatiques modernes, de classe ASHRAE A3, supportent des températures de fonctionnement élevées. Attention aux serveurs plus sensibles qui nécessitent un contrôle environnemental fin.

Urbanisation de la salle : freecooling, récupération d'énergie...

Les salles machines modernes visent à ne pas consommer ou à récupérer un maximum d'énergie.

Les méthodes de free-cooling visent à tuer la facture de refroidissement. A l'opposée, la récupération de chaleur rogne la facture énergétique du reste du bâtiment. Attention, il n'est guère possible de concilier les 2 voies dans une même période.

Puissance consommée par rack : basse, moyenne, haute, très haute densité

Le taux de remplissage des racks ainsi que leur consommation fixe le type de densité. De 1 kW (basse densité) à 15 kW (moyenne densité), on pourra atteindre 30 kW (haute densité) voire 80 à 100 kW (très haute densité).

Sélectionner ses matériels : alimentation, GPU...

Imposer le choix de matériels efficaces énergétiquement est essentiel. Des alimentations à haut rendement sont disponibles. C'est un élément de gain essentiel.

Ne pas laisser de serveur dormir ! Un serveur inutile doit être éteint, et pourquoi pas déconnecté. Si certaines organisations demandent de maintenir un pool de ressources instantanément exploitables, la majorité n'en a pas besoin.

Taux de charge

Idem pour le taux de charge : plus les équipements dorment, plus on gaspille de ressources ! Sans engorger les machines, viser un taux de charge le plus proche de 100%.

Concentration, virtualisation, extinction de serveurs (encore)

Les technologies de virtualisation sont mûres ! Outre l'agilité qu'apporte un cloud aux systèmes informatiques, il permet de concentrer les services sur des machines pour optimiser le taux de charge des équipements.

5. Comment Optimiser son efficacité énergétique ?

La première étape est de constituer le référentiel de son datacenter en rassemblant des informations pour mieux connaître son DC et les bonnes pratiques pour optimiser son datacenter.

L'étape suivante sera le choix et la mise en place des indicateurs puis la collecte des données nécessaires. Les équipements pourront souvent communiquer via le protocole snmp, mais pas que.

De nombreux logiciels existent pour collecter et visualiser les données collectées : nagios, zabbix, RRDtools, Cacti, Grafana...



Figure 2 - Exemple de monitoring avec grafana

6. Amélioration continue de l'efficacité du DC

Une fois l'état de départ clarifié et des indicateurs mis en place, on identifie des points faibles, en suivant les référentiels de bonnes pratiques. Cela permet de mettre en place une démarche cyclique d'amélioration continue de l'efficacité :

1. PLAN : Définir des plans d'actions

2. DO : A partir du plan d'actions, sélectionner un ensemble
3. CHECK : Les indicateurs permettront de mesurer les effets de l'action poursuivie
4. ACT : En fonction de ces mesures on pourra affiner le correctif et traiter des éventuels effets rebonds

L'amélioration passe également par le développement d'outils communs. Chaque acteur (gestion du bâtiment, gestion des infrastructures, gestion des équipements) a ses outils, et bien souvent ils ne communiquent pas entre eux. Les outils de gestion technique du bâtiment (GTB) et les outils de management des infrastructures du datacenter (DCIM) permettent de gérer le bâtiment, l'infrastructure du datacenter et l'infrastructure IT dans le même outil.

Les actions sur le levier logique offrent un potentiel majeur. Ce sont essentiellement des actions vers la virtualisation et la consolidation de la consommation des ressources physiques. Elles permettent d'éteindre les serveurs sous-utilisés qui consomment entre 50 et 70% de leur consommation lorsque ils sont maintenus en activité.

En conclusion

Avec un choix judicieux parmi les indicateurs disponibles, il est possible de créer un référentiel personnalisé pour son datacenter ou sa salle machine. Ce référentiel permettra la mise en place de procédures d'amélioration continue visant l'éco-responsabilité du site.

Ce travail est nécessaire, les outils ne manquent pas : en avant !

Les membres du Groupement de Service EcoInfo[1] sont à même d'aider à la mise en place de cette démarche. Référez-vous aux documentations présentes sur le site et n'hésitez pas à nous contacter !

Bibliographie

- [1] GDS EcoInfo <http://ecoinfo.cnrs.fr>.
- [2] PUE <https://www.iso.org/standard/63451.html> et <https://www.en-standard.eu/csn-en-50600-4-2-information-technology-data-centre-facilities-and-infrastructures-part-4-2-power-usage-effectiveness/>
- [3] Livre blanc : les indicateurs de performance énergétique et environnementale des data centers, via le Gimélec
<http://www.gimelec.fr/content/download/2636/26782/version/1/file/Les+KPI+du+datacenter+-+AGIT+France+Datacenter+-+Gimelec+2017.pdf> ou l'AGIT <http://alliancegreenit.org/wp-content/uploads/Doc%20AGIT/Les-KPI-du-datacenter-AGIT-France-Datacenter-Gimelec-2017.pdf>
- [4] Livre Blanc : ERE <http://www.thegreengrid.org/en/Global/Content/white-papers/ERE>.
- [5] The Green Grid <http://www.thegreengrid.org>
- [6] Efficience des datacenters de Google: <http://www.google.co.uk/about/datacenters/efficiency/internal>
- [7] UE Code of Conduct for Data centers
<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104370/2017%20best%20practice%20guidelines%20v8.1.0%20final.pdf>
- [8] Bonnes pratiques pour infrastructure d'un Datacentre éco-responsable GEANT <https://www.renater.fr/spip.php?action=telecharger&arg=2026&hash=f899cd5ca87d793857ac54f9bb609b4ca88b7384&type=application.pdf>
- [9] Etude ENR CERT http://www.enr-cert.com/documents/ressources_enrcert/Etude%20EE%20Data%20Centers.pdf